

Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021

“Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka”

Optimasi Akumulasi Satuan Panas sebagai Kriteria Panen Terukur Pisang Barangan

Winarso Drajad Widodo, Ketty Suketi, dan Abdul Mujiib

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

(Bogor Agricultural University), Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Abstract

The level of fruit maturity when picked determines the quality and shelf life of the banana fruit. Banana picking age can be determined by the accumulation of heat units. This experiment aims to establish heat units as a measurable harvest criterion for Barangan bananas by comparing the five anthesis times. The experiment was carried out at the Parakan Salak Garden, PT. Perkebunan Nusantara VIII, Sukabumi, West Java and Postharvest Laboratory, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University from April to June 2018. The experiment was conducted in a completely randomized design consisting of 5 time tagging treatments, namely April week II, week III, week IV, May week I, and week II. Tagging was applied to 5 bunches as replications. The results showed that the time of the anthesis affected the softness of the fruit skin, the ratio of total soluble solids (TSS) and total titrated acid (TTA), and the content of Vitamin C, but did not affect shelf life, weight loss, softness of pulp, edible part, TSS content and TTA content. Barangan bananas can be harvested 78 days after anthesis at the heat unit accumulation of 1203-1239 °C days and the shelf life reaches 12-13 days.

Keyword: anthesis, Barangan banana, heat unit, postharvest, shelf life.

Abstrak

Tingkat kematangan buah pada saat dipetik menentukan kualitas dan umur simpan buah pisang. Umur petik buah pisang dapat ditentukan dengan akumulasi satuan panas. Percobaan ini bertujuan memantapkan satuan panas sebagai kriteria panen terukur untuk pisang Barangan dengan memperbandingkan lima waktu antesis. Percobaan dilaksanakan di Kebun Parakan Salak, PT. Perkebunan Nusantara VIII, Sukabumi, Jawa Barat dan Laboratorium Pascapanen, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan April hingga Juni 2018. Percobaan dilakukan dalam rancangan acak lengkap yang terdiri atas 5 perlakuan waktu tagging yaitu bulan April minggu II, minggu III, minggu IV, Mei minggu I, dan minggu II. Tagging diterapkan pada 5 tandan sebagai ulangan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu antesis memengaruhi kelunakan kulit buah, rasio padatan terlarut total (PTT) dan asam tertitrasi total (ATT), dan kandungan Vitamin C, namun tidak memengaruhi umur simpan, susut bobot, kelunakan daging buah, *edible part*, kandungan PTT dan kandungan ATT. Pisang Barangan dapat dipanen umur 78 hari setelah antesis pada akumulasi satuan panas 1203 – 1239 °C hari dan umur simpan mencapai 12 – 13 hari.

Kata kunci: antesis, pascapanen, pisang Barangan, satuan panas, umur simpan.

Latar Belakang

Pisang merupakan buah klimakterik yang terus melangsungkan proses pematangan setelah dipanen, yang ditandai dengan perubahan warna kulit dan pelunakan daging buah. Warna kulit merupakan indikator kematangan penting pada buah pisang (Larotonda *et al.*, 2008; Esguerra dan Rolle, 2018). Pisang biasanya dipanen pada saat menjelang klimakterik (pra-klimakterik), sehingga kualitas kematangan pascapanennya sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan sebelum dipanen atau umur panennya (Larotonda *et al.*, 2008). Umur panen buah pisang dapat ditentukan dengan beberapa cara, antara lain secara visual dengan perubahan warna kulit dan keberadaan sudut buah (Esguerra dan Rolle, 2018) atau dengan menghitung umur bunga dari antesis hingga panen (Hailu *et al.*, 2013; Amin *et al.*, 2015; Dzomeku *et al.*, 2016).

Penentuan umur panen berdasarkan jumlah hari tidak menjamin keseragaman kematangan antar tandan. Ketidakteraturan ini akan menyulitkan penanganan pascapanen, karena buah pisang yang sangat peka terhadap paparan etilen eksogen. (Chillet *et al.*, 2008). Ketidakteraturan tingkat kematangan buah pisang berdasarkan umur buah ini telah menyebabkan hasil perlakuan penundaan kematangan dengan KMnO_4 pada pisang Raja Bulu kurang memuaskan hasilnya (Santosa *et al.*, 2010; Widodo *et al.*, 2015; Sugistiawati, 2013; dan Hasibuan dan Widodo, 2015). Oleh karena itu, selanjutnya dipilih metode yang terukur untuk menentukan kematangan buah pisang dengan akumulasi satuan panas yang mencerminkan serapan panas oleh tanaman hingga pada tahap tertentu. Metode ini telah diterapkan untuk beberapa varietas pisang, diantaranya pisang Mas Kirana dan pisang Barangan. Waktu panen terbaik untuk penanganan pascapanen pisang Mas Kirana yaitu 45 hari setelah antesis (HSA) dengan akumulasi satuan panas sebesar $575.5 - 725.5$ °C hari (Widodo *et al.* 2016). Hasil penelitian ini dilanjutkan oleh Prasetyo (2017) menghasilkan waktu terbaik pemanenan ketika mencapai satuan panas $600 - 700$ °C hari. Kemudian dilanjutkan oleh Hidayat (2018) untuk optimasi dengan waktu antesis yang berbeda diperoleh suhu harian rata-rata $585 - 598$ °C satuan panas terbaik dengan umur simpan mencapai $15 - 21$ hari setelah panen (HSP). Widodo *et al.* (2019) pada penelitiannya, waktu panen terbaik pisang Barangan adalah 78 HSA dengan akumulasi satuan panas sebesar $1200 - 1250$ °C hari dan memiliki umur simpan $13 - 14$ HSP.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang diperoleh dari Widodo *et al.* (2019), maka perlu dilakukan pengkajian pengaruh perbedaan waktu antesis terhadap kualitas pascapanen pisang Barangan jika dipanen dengan akumulasi satuan panas yang sama untuk menguji satuan panas 1225 ± 25 °C hari sebagai kriteria panen terukur pisang Barangan.

Metode penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Perkebunan Nusantara VIII Kebun Parakansalak, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat ($6^{\circ}48'42''$ LS; $106^{\circ}43'12''$ BT) pada bulan April hingga Juni 2018. Kebun pisang Barangan yang digunakan sebagai lahan percobaan berada di Blok 4 dengan luas 5.5 ha dan berada di ketinggian 670 m dpl. Analisis pascapanen dilakukan di Laboratorium Pascapanen, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan Juli hingga Agustus 2018.

Bahan percobaan yang digunakan adalah buah pisang Barangan yang terdiri atas 7 – 8 sisir setiap tandan diambil 1 sisir dari bagian tengah yaitu sisir ke 4 dan 5. Pisang tersebut dipanen dengan satuan panas 1225 ± 25 °C hari atau pada umur 78 HSA. Bahan lain yang digunakan untuk analisis pascapanen meliputi bahan titrasi asam-basa dan titrasi iodin yaitu: larutan *phenolphthalein*, aquades, larutan iodin 0.01 N, NaOH 0.1 N dan larutan amilum 10%.

Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 25 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 2 sisir bagian tengah dari setiap tandan. Perbedaan waktu *tagging* yaitu satu minggu antar perlakuan. Perlakuan tersebut adalah *tagging* bulan April minggu II, minggu III, minggu IV, Mei minggu I, dan minggu II.

Prosedur percobaan meliputi penandaan bunga (*tagging*), panen dan persiapan buah, dan pengujian laboratorium. Penandaan perlakuan dilakukan setiap minggu yang dimulai pada minggu kedua bulan April 2018. Penandaan tanaman pisang dilakukan pada saat pisang memasuki fase pembungaan yaitu ketika antesis. Setiap selang satu minggu ditandai satu tanaman pada masing-masing kelompok ulangan. Total terdapat 5 tanaman yang dicatat sebagai satu perlakuan *tagging*. Pemberian *tagging* dilakukan setiap minggu sampai minggu kedua bulan Mei sehingga terdapat 5 minggu perlakuan *tagging*. Umur petik yang dibutuhkan adalah 78 hari setelah antesis (HSA). Selama masa generatif dilakukan pengukuran suhu minimum dan maksimum setiap hari menggunakan termometer minimum maksimum untuk mengukur *heat unit* (°C hari). Pada tanaman pisang sampai jumlah satuan panas sesuai dengan perlakuan yaitu 1225 ± 25 °C hari. Pencatatan suhu harian dilakukan mulai bunga antesis sampai panen.

Buah pisang Barangan dipanen setelah mencapai satuan panas yang diinginkan. Setelah dipanen, buah pisang Barangan terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir kemudian dibersihkan dengan larutan desinfektan Natrium Hipoklorit 10 % untuk membersihkan buah dari kotoran dan cendawan yang terdapat pada kulit buah, lalu dikering-anginkan. Buah yang telah dikeringkan diletakkan di atas koran atau kardus di dalam ruangan dengan suhu 27 ± 3 °C dan kelembaban 75 ± 5 %. Pengujian laboratorium meliputi pengamatan indeks skala warna kulit buah pisang,

umur simpan, susut bobot, kelunakan kulit buah, kelunakan daging buah, umur simpan, bagian buah yang dapat dimakan, padatan terlarut total, asam tertitrasi total, dan kandungan vitamin C.

Pengamatan dilakukan pada 11 parameter pascapanen yang mengacu pada penelitian yang telah dilaksanakan oleh Sutowijoyo dan Widodo (2013) dan Widodo *et al.* (2019). Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah: (1) suhu harian rata-rata; (2) warna kulit buah; (3) susut bobot; (4) kelunakan kulit buah; (5) kelunakan daging buah; (6) laju respirasi; (7) umur simpan; (8) bagian buah yang dapat dimakan (*edible part*); (9) padatan terlarut total (PTT); (10) asam tertitrasi total (ATT); dan (11) kandungan vitamin C.

Data dianalisis menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2016 dan uji F pada aplikasi *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versi 9.4 dan jika saat antesis berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5 %.

Hasil dan Pembahasan

A. Umur simpan

Perubahan warna kulit buah pisang Barangan mengacu pada metode dibagi menjadi 6 skala warna. Skala 1 menunjukkan warna kulit pisang Barangan hijau penuh pada saat dipanen. Skala 2 warna kulit buah muncul bercak kuning. Skala 3 warna kulit menjadi hijau kekuningan. Skala 4 kulit buah berwarna kuning yang mulai melebar hingga 60 – 70 %. Skala 5 warna hijau pada kulit hanya terdapat pada ujung dan pangkal buah. Skala 6 kulit buah telah mencapai warna kuning penuh.

Buah pisang Barangan pada percobaan ini dipanen dengan satuan panas $1\,225 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ hari dicapai pada umur 78 hari setelah antesis (HSA) dengan lima waktu antesis. Waktu antesis yang digunakan pada penelitian ini adalah minggu II, III, dan IV bulan April dan minggu I dan II bulan Mei. Akumulasi satuan panas pada setiap perlakuan diukur sejak tanaman antesis hingga panen. Hasil pengamatan umur simpan dan akumulasi satuan panas pada setiap perlakuan waktu antesis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Umur simpan pisang Barangan pada perlakuan waktu antesis yang berbeda

Waktu <i>Tagging</i>	Satuan Panas ($^{\circ}\text{C}$ hari)	Umur Simpan (HSP)
Antesis 1 (12/04/2018)	1 239	13
Antesis 2 (19/04/2018)	1 230	12
Antesis 3 (26/04/2018)	1 221	12
Antesis 4 (03/05/2018)	1 209	12
Antesis 5 (10/05/2018)	1 203	13

Keterangan: HSP: hari setelah panen.

Akumulasi satuan panas pisang Barangan yang diperoleh pada percobaan dengan umur petik 78 HSA dengan waktu antesis yang berbeda berkisar antara $1\,202.875 - 1\,238.750\text{ }^{\circ}\text{C}$ hari.

Hasil analisis menunjukkan perlakuan waktu antesis yang berbeda pada bulan April dan Mei tidak memengaruhi suhu harian rata-rata yang diterima tanaman pada fase generatif dan pemasakan buah. Menurut Wang (1960) penentuan akumulasi satuan panas suatu tanaman harus dilakukan pada beberapa lokasi dengan ketinggian tempat yang berbeda sesuai dengan ketinggian tempat tumbuh tanaman tersebut. Hal ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh energi dari suhu yang diterima tanaman secara optimal. Selain itu, penentuan akumulasi satuan panas pada fase pertumbuhan dengan fase perkembangan tanaman harus dilakukan secara terpisah. Menurut Parthasarathi *et al.* (2013) akumulasi satuan panas diperoleh dengan menghitung suhu harian rata-rata yang diterima tanaman dikurangi suhu dasar tanaman tersebut pada fase pertumbuhan yang terpisah. Metode ini merupakan metode kuantitatif yang menghubungkan antara suhu sebagai energi dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Hasil percobaan menunjukkan perlakuan waktu antesis yang berbeda tidak memengaruhi umur simpan buah pisang Barangan. Umur simpan yang diperoleh berkisar antara 12-13 hari setelah panen (HSP). Meskipun masa simpan yang diperoleh berbeda, namun hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan tidak memengaruhi masa simpan buah pisang Barangan.

B. Kualitas fisik

Buah pisang selama proses pematangan terjadi beberapa perubahan. Perubahan tersebut dari sisi mutu fisik antara lain persentase susut bobot, kelunakan buah, dan persentase edible part. Susut bobot buah merupakan perubahan bobot buah sejak mulai panen hingga buah siap dikonsumsi. Persentase susut bobot buah diperoleh dari pengukuran bobot yang susut dari selisih saat buah dipetik dengan bobot buah saat mencapai warna skala 6 atau sudah matang total. Kelunakan buah merupakan komponen untuk menentukan tingkat kelunakan kulit buah dan tingkat kelunakan daging buah. *Edible part* adalah persentase bagian buah yang dapat dikonsumsi. Hasil analisis mutu fisik pisang Barangan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas fisik pisang Barangan pada perlakuan waktu antesis berbeda.

Waktu Tagging	Susut bobot (%)	<i>Edible Part</i> (%)	Kelunakan kulit buah (mm/g detik)	Kelunakan daging buah (mm/g detik)
Antesis 1 (12/04/2018)	25.8	73.0	0.0069 b	0.0174
Antesis 2 (19/04/2018)	25.7	70.9	0.0049 a	0.0144
Antesis 3 (26/04/2018)	22.7	74.6	0.0045 a	0.0142
Antesis 4 (03/05/2018)	22.7	71.8	0.0045 a	0.0190
Antesis 5 (10/05/2018)	27.1	71.2	0.0037 a	0.0163

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan hasil BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$.

Berdasarkan hasil percobaan yang ditunjukkan oleh Tabel 2, perlakuan waktu Antesis yang berbeda tidak memengaruhi persentase susut bobot. Persentase susut bobot pada buah pisang

Barangan berkisar antara 22.71-27.06 %. Susut bobot terjadi karena buah setelah dipanen mengalami perombakan bahan kompleks menjadi molekul sederhana sehingga selama proses penyimpanan bobot buah akan mengalami penyusutan. Hal ini menunjukkan besaran susut bobot yang diperoleh dipengaruhi oleh kecepatan laju respirasi dan lamanya penyimpanan. Semakin lama buah disimpan maka susut bobot buah akan semakin tinggi. Hal ini didukung oleh Nair dan Singh (2003) susut bobot yang dialami oleh buah terjadi karena proses respirasi yang berlangsung selama pematangan buah, sehingga buah mengalami kehilangan air yang terkandung di dalam kulit dan daging buah. Hal tersebut juga didukung oleh Mahajan *et al.* (2010), selama proses pematangan buah pisang akan terjadi peningkatan susut bobot buah.

Persentase *edible part* buah pisang Barangan yang diperoleh tidak dipengaruhi oleh perbedaan waktu Antesis. Persentase *edible part* buah pisang Barangan berkisar antara 70.83 – 74.63 %. Perubahan *edible part* buah pisang Barangan terjadi selama proses pematangan yakni saat tepat dipanen hingga buah siap dikonsumsi. Menurut Mohapatra *et al.* (2010) pada saat buah pisang berada di fase klimakterik terjadi penurunan bobot kulit buah yang diakibatkan oleh migrasinya air dari kulit buah ke daging buah. Menurut Kuntarsih (2012) pada awal pembentukan buah persentase bobot daging buah pisang rendah. Kemudian persentasenya akan bertambah sedikit demi sedikit disertai penyusutan bobot kulit buah selama proses pematangan. Hal tersebut diakibatkan adanya proses kimiawi yang terjadi yakni perubahan selulosa dan hemiselulosa pada kulit buah menjadi zat pati selama proses pematangan.

Perlakuan waktu Antesis yang berbeda memengaruhi tingkat kelunakan kulit buah, namun tidak memengaruhi tingkat kelunakan daging buah pisang Barangan. Tingkat kelunakan daging buah pisang Barangan yang diperoleh sebesar 0.0142-0.0182 mm/g detik. Tingkat kelunakan kulit buah pisang Barangan dengan perlakuan Antesis 1 lebih tinggi dari pada perlakuan Antesis lainnya yakni sebesar 0.0068 mm/g detik. Sedangkan perlakuan Antesis 2, Antesis 3, Antesis 4, dan Antesis 5 menghasilkan nilai tingkat kelunakan daging yang tidak berbeda yakni 0.0036-0.0050 mm/g detik. Bertambahnya tingkat kelunakan buah menunjukkan bahwa buah tersebut semakin lunak. Menurut Pantastico (1986), kelunakan buah disebabkan oleh proses penguraian pati menjadi gula sederhana selama proses pematangan. Selanjutnya terjadi pemecahan dinding sel yang diakibatkan protopektin yang larut dalam air dan terjadi perombakan selulosa. Prabawati *et al.* (2008) menjelaskan bahwa tingkat kelunakan buah yang diperoleh dipengaruhi oleh perubahan turgor yang disebabkan adanya perubahan komposisi dinding sel selama proses pematangan. Tekstur buah pisang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis varietas tanaman, teknik budidaya yang diterapkan, dan prosedur pematangan.

C. Kualitas kimia

Kandungan kimia pada buah pisang sangat erat hubungannya dengan kualitas buah pisang. Kandungan kimia buah pisang diperoleh dari proses metabolisme buah selama proses pematangan yakni selama penyimpanan. Kualitas kimia tersebut akan menjadi pertimbangan konsumen untuk mengonsumsinya. Beberapa komponen kandungan kimia yang memengaruhi kualitas buah pisang diantaranya adalah Padatan Terlarut Total (PTT), Asam Titrasi Total (ATT), Rasio PTT/ATT, dan Vitamin C. Hasil analisis kualitas kimia pisang Barangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas kimia pisang Barangan pada perlakuan waktu antesis berbeda.

Waktu Tagging	PTT (°Brix)	ATT (%)	Rasio PTT/ATT	Vitamin C (mg/100 g bahan)
Antesis 1 (12/04/2018)	26.68	0.26	102.52 a	29.80 b
Antesis 2 (19/04/2018)	27.41	0.26	106.11 ab	30.69 b
Antesis 3 (26/04/2018)	28.36	0.25	115.03 b	25.06 ab
Antesis 4 (03/05/2018)	26.54	0.25	104.90 a	21.78 a
Antesis 5 (10/05/2018)	26.64	0.27	103.95 a	22.81 a

Keterangan : Angka pada kolom yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan hasil uji BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$

Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu antesis tidak memengaruhi tingkat padatan terlarut total (PTT). Nilai PTT yang diperoleh berkisar antara 26.54 – 28.36 °Brix. Kadar PTT pada percobaan ini relatif lebih rendah dari hasil penelitian sebelumnya oleh Widodo *et al.* (2019) mengenai waktu panen pisang Barangan yakni 28.14 – 29.58 °Brix pada umur panen 73 – 78 HAS. Kadar asam organik buah pisang Barangan ditunjukkan oleh hasil pengamatan ATT. Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu antesis tidak memengaruhi kadar ATT. Kandungan ATT buah pisang Barangan berkisar antara 0.2469 - 0.2601%. Widodo *et al.* (2016) pada hasil penelitiannya menyatakan bahwa buah pisang yang dipanen lebih awal akan menghasilkan buah dengan kadar asam yang lebih tinggi dibandingkan buah yang dipanen lebih tua. Rasio kadar PTT dan ATT menunjukkan perbandingan kadar gula dan asam pada buah pisang Barangan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu antesis tidak memengaruhi rasio PTT/ATT, kecuali Antesis 3.

Peningkatan kandungan vitamin C buah pisang Barangan dipengaruhi oleh waktu antesis yang berbeda. Vitamin C tersebut diperoleh dengan mengukur kandungan asam askorbat pada sari buah pisang. Kandungan vitamin C pisang Barangan pada percobaan ini berkisar antara 21.78 - 30.69 mg/100 g bahan. Hasil analisis diperoleh perlakuan Antesis 1, Antesis 2, dan Antesis 3 kandungan vitamin C lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, yakni berkisar antara 25.06 – 30.69 mg/100 g bahan. Perlakuan Antesis 4 dan 5 memperoleh nilai terendah dari semua perlakuan, yakni berkisar antara 21.78 – 22.81 mg/100 g bahan.

Kesimpulan

Pisang Barangan dapat dipanen pada akumulasi satuan panas 1 202.875 – 1 238.750 °C hari dengan lama pemeraman 12-13 hari, atau pada 78 hari setelah antesis untuk daerah penanaman 600 m dpl. Perbedaan waktu antesis mempengaruhi kelunakan kulit buah, rasio PTT, dan Vitamin C, namun tidak mempengaruhi *edible part*, umur simpan, susut bobot, kelunakan daging buah, PTT dan ATT. Akumulasi satuan panas 1225 ± 25 °C hari sebagai kriteria panen pisang Barangan.

Daftara Pustaka

- Amin, M.N., M.M. Hossain, M.A. Rahim, & M.B. Uddin. (2015). Determination of optimum maturity stage of banana. *Bangladesh J. Agric. Res.* 40(2), 189-204.
- Chillet, M., L.L. de Bellaire, O. Hubert, & D. Mbéguié-A-Mbéguié. (2008). Measurement of ethylene production during banana ripening. *Fruits*, 63, 253-254.
- Dzomeku, B.M., J. Sarkodie-Addo, S.K. Darkey, R.K. Bam, & J. Wuemsche. (2016). Evaluating postharvest characteristics of Apantu (local false horn) plantain for indices determination. *Int. J. Plant Physiol. Biochem.* 8(1), 1-6.
- Esguerra, E.B., & R. Rolle. (2018). Post-harvest management of banana for quality and safety assurance. Food and Agriculture Organization of The United Nations. IT, Rome.
- Hailu M., T.S. Workneh, & D. Belew. (2013). Review on postharvest technology of banana fruit. *Afr J Biotechnol.* 12(7), 635-647.
- Hasibuan E.P., & W.D. Widodo. (2015). Pengaruh aplikasi KmO_4 dengan media pembawa tanah liat terhadap umur simpan pisang mas (*Musa Sp* AA Group). *Bul. Agrohort.* 3, 387-394.
- Hidayat T. (2018). Kualitas kematangan pascapanen pisang Mas Kirana pada waktu antesis yang berbeda [skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor (ID).
- Kuntarsih S. (2012). Pedoman Penanganan Pascapanen Pisang. Direktorat Budidaya dan Pascapanen Buah Kementerian Pertanian, Jakarta (ID).
- Larotonda, F.D.S., A.K. Genena, D. Dantela, H.M. Soares, J.B. Laurindo, R.F.P.M. Moreira, & S.R.S. Ferreira. (2008). Study of banana (*Musa aea cavendish* cv Nanica) trigger ripening for small scale process. *Braz. Arch. Biol. technol.* 51(5), 1033-1047.
- Mahajan, B.V.C., K. Tajender, M.I.S. Gill, H.S. Dhaliwal, B.S. Ghuman, & B.S. Chahil. (2010). Studies on optimization of ripening techniques for banana. *J. Food Sci. Technol.* 47(3), 315-319.
- Nair, S., & Z. Singh Z. (2003). Pre-storage ethrel dip reduces chilling injury, enhances respiration rate ethylene production and improves fruit quality of Kensington mango. *Food, Agriculture & Environment* 1(2): 93-97.
- Pantastico, E.B. (1986). Fisiologi pasca panen, penanganan dan pemanfaatan buah-buahan dan sayur-sayuran tropika dan subtropika. Di dalam: Kamariyani, editor. *Postharvest Physiology, Handling dan Utilization of Tropical and Sub-Tropical Fruits and Vegetables*. UGM Press, Yogyakarta (ID).

- Parthasarathi, T., G. Velu, & P. Jeyakumar. (2013). Impact of crop heat units on growth and development physiology of future crop production: a review. *Journal of Crop Science and Technology*, 2(1), 2319-3395.
- Prabawati, S., Suyanti, & A.S. Dondy. (2011). Teknologi Pascapanen dan Pengolahan Buah Pisang. Balai Besar dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor (ID).
- Prasetyo, M.W.H. (2017). Penentuan waktu panen pisang Mas Kirana berdasarkan satuan panas [skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor (ID).
- Santosa E., W.D. Widodo, & Kholidi. (2010). The use of clay as potassium permanganate carrier to delay the ripening of Raja Bulu banana. *J.Hort. Indonesia*. 1(2), 89-96.
- Sugistiawati. (2013). Studi penggunaan oksidator etilen dalam penyimpanan pascapanen pisang Raja Bulu (*Musa Sp.* AAB Group) [skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutowijoyo, D., & W.D. Widodo. (2013). Kriteria kematangan pascapanen pisang Raja Bulu dan pisang Kepok. *Membangun Sistem baru Agribisnis Hortikultura Indonesia pada Era Pasar Global. Prosiding Seminar Ilmiah Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI)*; 9 Oktober 2013; Bogor, Indonesia Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI), 21-26
- Wang, J.Y. (1960). A Critique of heat unit approach to plant response studies. *Ecology*, 41(4), 785-790.
- Widodo, W.D., K. Suketi, & R. Rahardjo. (2019). Evaluasi kematangan pascapanen pisang Barangan untuk menentukan waktu panen terbaik berdasarkan akumulasi satuan panas. *Bul. Agrohorti*, 7(2), 162-171.
- Widodo, W.D., K. Suketi, & M.E. Rahayu. (2015). Daya simpan dan kematangan pascapanen pisang Raja Bulu pada beberapa umur petik. *Dukungan Teknologi dan hasil penelitian dalam membangun pertanian bio-industri buah tropika berkelanjutan. Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II*. Bukittinggi. 23-25 September 2014.
- Widodo, W.D., K. Suketi, & E. Yulyana. (2016). Kriteria kematangan pascapanen dan penentuan waktu panen dengan satuan panas pada pisang Mas Kirana (*Musa Sp.* AA Grup). *Peningkatan Produksi Pangan dan Hortikultura yang Berdaya Saing Mendukung MEA. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI) dan Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI)*; 14 November 2016; Makassar, Indonesia. Ficus Press. 93-99.